

Attorney Docket No. 1344.1134

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Takafumi TERAHARA

Application No.: TBA

Group Art Unit: TBA

Filed: March 2, 2004

Examiner: TBA

For: **MULTI-DIRECTIONAL OPTICAL BRANCHING APPARATUS**

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant submits herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. 2003-090805

Filed: March 28, 2003

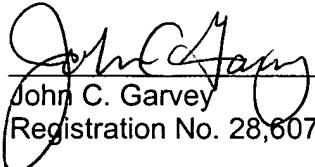
It is respectfully requested that the applicant be given the benefit of the foreign filing date as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: 3-26-04

By:


John C. Garvey
Registration No. 28,607

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2003年 3月28日

出願番号 Application Number: 特願2003-090805

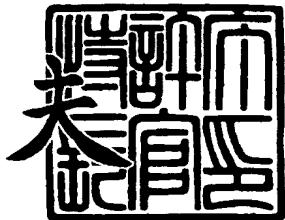
[ST. 10/C]: [JP2003-090805]

出願人 Applicant(s): 富士通株式会社

2003年12月 1日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康





【書類名】 特許願
【整理番号】 0252521
【提出日】 平成15年 3月28日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H04B 10/02
【発明の名称】 多方向光分岐装置
【請求項の数】 5
【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通
株式会社内
【氏名】 寺原 隆文
【特許出願人】
【識別番号】 000005223
【氏名又は名称】 富士通株式会社
【代理人】
【識別番号】 100078330
【弁理士】
【氏名又は名称】 笹島 富二雄
【電話番号】 03-3508-9577
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 009232
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9719433
【プルーフの要否】 要

【書類名】明細書

【発明の名称】多方向光分岐装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

波長多重信号光を互いに異なる方向に伝送する上り回線および下り回線に対応した一対の光路を有するN個（N≥3）の光伝送路に接続され、該各光伝送路の入力側光路から入力される波長多重信号光を、N-1個の波長グループにそれぞれ分離した後に、他の方向からの異なる波長グループの光信号と多重して所定の光伝送路の出力側光路に出力する多方向光分岐装置であって、

前記N個の光伝送路の入力側光路および出力側光路のいずれかと1対1で接続する1つのコモンポートと、N-1個のブランチポートとを有し、コモンポートに入力される波長多重信号光を各波長グループに分離して対応するブランチポートから出力すると共に、各ブランチポートに入力される各波長グループに属する光信号を多重してコモンポートから出力することが可能な2×N個の光多重／分離デバイスと、

予め設定した接続ルールに従って、前記2×N個の光多重／分離デバイスの各ブランチポート間を1対1で接続するブランチポート接続部と、

を備えて構成されたことを特徴とする多方向光分岐装置。

【請求項 2】

請求項1に記載の多方向光分岐装置であって、

前記ブランチポート接続部は、前記N個の光伝送路のうちの1つの光伝送路の入力側光路にコモンポートが接続された光多重／分離デバイスのブランチポートを、他の光伝送路の出力側光路にコモンポートが接続された光多重／分離デバイスのブランチポートと1対1で接続する第1の接続ルールと、同じ波長グループに対応したブランチポート同士を接続する第2の接続ルールと、前記N個の光伝送路のうちのいずれか2つを選択した組み合わせの全てについて、上り回線用の経路および下り回線用の経路がそれぞれ繋がるように各ブランチポート間を接続する第3の接続ルールとが同時に満たされるように、前記2×N個の光多重／分離デバイスの各ブランチポート間を1対1で接続することを特徴とする多方向光

分岐装置。

【請求項3】

請求項1に記載の多方向光分岐装置であって、

前記N-1個の波長グループは、上り回線に割り当てられる波長グループ内の光信号の波長数と、下り回線に割り当てられる波長グループ内の光信号の波長数とが等しくなるように設定されたことを特徴とする多方向光分岐装置。

【請求項4】

請求項1に記載の多方向光分岐装置であって、

前記各光多重／分離デバイスの各々のブランチポート間を接続する光路上にそれぞれ設けられ、該光路を伝搬する光信号のパワーを調整する2×N個のパワー調整デバイスと、

前記各光多重／分離デバイスのコモンポートから前記光伝送路の出力側光路に出力される波長多重信号光の光スペクトルをそれぞれモニタする光スペクトルモニタ部と、

該各光スペクトルモニタ部のモニタ結果に応じて、前記各波長グループに属する光信号の平均パワーが略等しくなるように、前記各パワー調整デバイスをそれぞれ制御する制御部と、

を備えて構成されたことを特徴とする多方向光分岐装置。

【請求項5】

請求項1に記載の多方向光分岐装置であって、

前記各光伝送路の入力側光路と、該入力側光路に接続する前記各光多重／分離デバイスのコモンポートとの間に設けられたN個の光増幅器と、

該各光増幅器から出力される波長多重信号光のトータルパワーをそれぞれモニタする光パワーモニタ部と、

該各光パワーモニタ部でモニタされる波長多重信号光のトータルパワーが各方面に共通な所定のレベルで一定となるように、前記各光増幅器の駆動状態をそれぞれ制御する制御部と、

を備えて構成されたことを特徴とする多方向光分岐装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】**【発明の属する技術分野】**

本発明は、波長の異なる1波以上の光信号を同一の光ファイバ中に多重化して伝送することにより大容量通信を実現する波長多重（WDM）光伝送システムに利用される多方向光分岐装置に関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

WDM光伝送システムでは、例えば図17に示すように、複数の地点（ここではA～C地点とする）の各端局間でWDM信号光を送受信するとき、WDM信号光を波長に応じて3つの方向へ分岐して出力する光分岐装置が光分岐ノードに用いられる場合がある。この光分岐装置は、光ブランチユニットやハブノードなどと呼ばれることがある。上記の光分岐装置におけるWDM信号光の分岐方法としては、例えば、入射されたWDM信号光を1波ごとに分離し、各波長の光信号を一度電気信号に変換した後、光信号に再変換して、所定の光ファイバに送出する方法がある。しかしながら、このような分岐方法では、WDM信号光に含まれる各波長の光信号ごとに光電気変換を行う必要があるため、光分岐装置がコスト高になってしまふという欠点がある。

【0003】

上記のような光分岐装置の欠点を解消するための従来技術として、例えば図18に示すような3方向光分岐装置が提案されている（例えば、特許文献1参照）。この3方向光分岐装置100では、4つの入出力ポートを持つWDMカプラ101A, 101B, 101Cを用いることによって、3つの方向に対応した各伝送用光ファイバペアF₁, F₂, F₃から入力されるWDM信号光が、波長に応じて分岐されて他の方向の伝送用光ファイバペアからそれぞれ出力されるようになる。これにより、3つのWDMカプラを組み合わせた簡易な構成で、低コストかつ低損失な光分岐装置が実現されている。

【0004】**【特許文献1】**

特開平9-116490号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の図18に示したような従来の光分岐装置では、次のような問題点がある。

- (1) 4つ以上の方針に対するWDM信号光の分岐に対応できない。
- (2) WDMカプラを2回通過する光パスと1回しか通過しない光パスが存在するため、それらの光パスを伝搬した光信号を合波した後のWDM信号光にパワーの不均一が生じてしまう。また、構成上の制約から、例えば可変光減衰器や光増幅器等のパワー調整手段を用いたとしても、上記のパワー不均一を補正することが難しい。
- (3) WDM信号光を長波長領域と短波長領域で分離するWDMカプラでは、一般に急峻な光フィルタ特性（長波長側および短波長側に対する光通過特性）を実現することが難しいため、WDM信号光の利用可能な波長帯域が制限されてしまう。具体的には、例えば図19の光フィルタ特性に示すように、長波長側および短波長側の各光通過特性が遷移する波長領域には光信号を配置することができないため、長波長領域および短波長領域の間に一定の間隔を確保する必要があり、利用可能な波長帯域が制限されてしまうことになる。

【0006】

本発明は、上記のような(1)～(3)の問題点に着目してなされたもので、3方向以上について均一なパワーのWDM信号光を出力できる簡易な構成で低コストかつ低損失な多方向光分岐装置を実現することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するため、本発明にかかる多方向光分岐装置は、例えば図1に示すように、WDM信号光を互いに異なる方向に伝送する上り回線および下り回線に対応した一対の光路を有するN個($N \geq 3$)の光伝送路 $F_1 \sim F_N$ に接続され、該各光伝送路 $F_1 \sim F_N$ の入力側光路 I_N から入力されるWDM信号光を、 $N - 1$ 個の波長グループ $G_1 \sim G_{N-1}$ にそれぞれ分離した後に、他の方向からの異なる波長グループの光信号と多重して所定の光伝送路の出力側光路 OUT に出力す

る多方向光分岐装置であって、 $2 \times N$ 個の光多重／分離デバイス $1_{1A}, 1_{1B}, 1_{2A}, 1_{2B}, \dots, 1_{NA}, 1_{NB}$ と、ブランチポート接続部 2 とを備えて構成されるものである。各光多重／分離デバイス $1_{1A}, 1_{1B}, 1_{2A}, 1_{2B}, \dots, 1_{NA}, 1_{NB}$ は、それぞれ、N 個の光伝送路 $F_1 \sim F_N$ の入力側光路 IN および出力側光路 OUT のいずれかと 1 対 1 で接続する 1 つのコモンポート P_C と、 $N - 1$ 個のブランチポート $P_1 \sim P_{N-1}$ を有し、コモンポート P_C に入力される WDM 信号光を各波長グループ $G_1 \sim G_{N-1}$ に分離して対応するブランチポート $P_1 \sim P_{N-1}$ から出力すると共に、各ブランチポート $P_1 \sim P_{N-1}$ に入力される各波長グループ $G_1 \sim G_{N-1}$ に属する信号光を多重してコモンポート P_C から出力することが可能な光通過特性を持つ。また、ブランチポート接続部 2 は、予め設定した接続ルールに従って、 $2 \times N$ 個の光多重／分離デバイス $1_{1A}, 1_{1B} \sim 1_{NA}, 1_{NB}$ の各ブランチポート間を 1 対 1 で接続する。

【0008】

また、上記のブランチポート接続部については、次の第 1 ~ 第 3 の接続ルールが同時に満たされるように、 $2 \times N$ 個の光多重／分離デバイスの各ブランチポート間を 1 対 1 で接続するのがよい。

【0009】

第 1 の接続ルール：N 個の光伝送路のうちの 1 つの光伝送路の入力側光路にコモンポートが接続された光多重／分離デバイスのブランチポートを、他の光伝送路の出力側光路にコモンポートが接続された光多重／分離デバイスのブランチポートと 1 対 1 で接続する。

【0010】

第 2 の接続ルール：同じ波長グループに対応したブランチポート同士を接続する。

第 3 の接続ルール：N 個の光伝送路のうちのいずれか 2 つを選択した組み合わせの全てについて、上り回線用の経路および下り回線用の経路がそれぞれ繋がるように各ブランチポート間を接続する。

【0011】

かかる構成の多方向光分岐では、N 方向に対応した各光伝送路 $F_1 \sim F_N$ の入力

側光路 I_N から光多重／分離デバイス $1_{1A}, 1_{2A}, \dots, 1_{NA}$ のコモンポート P_C に入力される WDM 信号光が波長グループ $G_1 \sim G_{N-1}$ ごとに分離されて対応する ブランチポート $P_1 \sim P_{N-1}$ に出力される。各光多重／分離デバイス $1_{1A}, 1_{2A}, \dots, 1_{NA}$ のブランチポート $P_1 \sim P_{N-1}$ に出力された各々の波長グループ $G_1 \sim G_{N-1}$ に属する光信号は、ブランチポート接続部 2 により 1 対 1 で接続された光多重／分離デバイス $1_{1B}, 1_{2B}, \dots, 1_{NB}$ の各ブランチポート $P_1 \sim P_{N-1}$ に送られて 多重され、その光多重／分離デバイス $1_{1B}, 1_{2B}, \dots, 1_{NB}$ のコモンポート P_C から各光伝送路 $F_1 \sim F_N$ の出力側光路 OUT に出力されるようになる。

【0012】

これにより、波長グループ $G_1 \sim G_{N-1}$ ごとに纏めて光信号を分離および多重で きるため、簡易な構成で低コストかつ低損失な光分岐装置が実現されると共に、 装置内を伝搬する光信号は必ず 2 つの光多重／分離デバイスを通過するようにな るので、各光伝送路 $F_1 \sim F_3$ の出力側光路 OUT に出力される WDM 信号光のパ ワーバランスを容易に取ることも可能になる。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。なお、全図を通して同 一の符号は同一または相当部分を示すものとする。

【0014】

図 2 は、本発明の第 1 実施形態による多方向光分岐装置の構成図である。

図 2において、本実施形態の多方向光分岐装置 10 は、例えば、1 つのコモン ポート P_C および 2 つのブランチポート P_1, P_2 を有する 6 個の光多重／分離デ バイス $1_{11A}, 1_{11B}, 1_{12A}, 1_{12B}, 1_{13A}, 1_{13B}$ を使用して、3 つの方 向に対応した光伝送路としての光ファイバペア F_1, F_2, F_3 から入力される W DM 信号光を 2 つの波長グループ G_1, G_2 に分離して、他の方向からの異なる波 長グループの光信号と多重して所定の光ファイバペアに出力する。この 3 方向光 分岐装置 10 は、例えば、前述の図 17 に示した WDM 光伝送システムの光分岐 ノードに用いられる。

【0015】

光多重／分離デバイス111A, 111Bは、光ファイバペアF₁に対応させて設けられ、光多重／分離デバイス111AのコモンポートP_Cには光ファイバペアF₁の入力側光路に該当する入力ファイバINが接続され、光多重／分離デバイス111BのコモンポートP_Cには光ファイバペアF₁の出力側光路に該当する出力ファイバOUTが接続される。これと同様にして、光多重／分離デバイス112A, 112Bの各コモンポートP_Cには、光ファイバペアF₂の入力ファイバINおよび出力ファイバOUTがそれぞれ接続され、光多重／分離デバイス113A, 113Bの各コモンポートP_Cには、光ファイバペアF₃の入力ファイバINおよび出力ファイバOUTがそれぞれ接続される。各光多重／分離デバイス111A, 111B～113A, 113Bの各々のブランチポートP₁, P₂は、ブランチポート接続部12により前述した第1～第3の接続ルールに従って1対1で接続される。このブランチポート間の1対1の接続方法については後述する。

【0016】

各光多重／分離デバイス111A, 111B～113A, 113Bは、それぞれ、利用可能な波長帯域にある複数の光信号を含んだWDM信号光がコモンポートP_Cに入力された場合に、そのWDM信号光を2つの波長グループG₁, G₂に分離して対応するブランチポートP₁, P₂から出力する。また、各波長グループG₁, G₂に属する光信号が当該波長グループに対応するブランチポートP₁, P₂に入力され場合には、入力された各波長グループG₁, G₂の光信号を多重してコモンポートP_Cから出力する。

【0017】

上記のような光多重／分離の機能を備えた具体的なデバイスとしては、例えば、融着型WDMカプラや誘電体多層膜フィルタを用いたバルクタイプのWDMカプラ等を使用することができる。また例えば、マッハツエンダ干渉計またはG T干渉計などを応用した光インターリーバ等を使用することも可能である。

【0018】

図3および図4は、光多重／分離デバイス111A, 111B～113A, 113BとしてWDMカプラを使用する場合に実現される機能および特性を例示したものである。WDMカプラの各ポート間の光通過特性は、図4に示すように、コモンポ

ート P_Cおよびブランチポート P₁間における損失（実線）が短波長側で小さくなり、コモンポート P_Cおよびブランチポート P₂間における損失（破線）が長波長側で小さくなる。このため、各ブランチポート P₁, P₂に対応した光通過特性の遷移する領域を境として、短波長側に属する光信号が波長グループ G₁に設定され、長波長側に属する光信号が波長グループ G₂に設定される。このような波長グループ G₁, G₂の設定により、図3の左側に示したような波長 $\lambda_1 \sim \lambda_6$ の光信号を含んだWDM信号光がコモンポート P_Cに入力されると、図3の右下に示したように波長グループ G₁に属する波長 $\lambda_1 \sim \lambda_3$ の光信号がブランチポート P₁から出力されると共に、図3の右上に示したように波長グループ G₂に属する波長 $\lambda_4 \sim \lambda_6$ の光信号がブランチポート P₂から出力される。また、これとは逆に、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_3$ の光信号がブランチポート P₁に入力され、波長 $\lambda_4 \sim \lambda_6$ の光信号がブランチポート P₂に入力されると、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_6$ の光信号を多重したWDM信号光がコモンポート P_Cから出力される。

【0019】

図5および図6は、光多重／分離デバイス 111A, 111B～113A, 113Bとして光インターリーバを使用する場合に実現される機能および特性を例示したものである。光インターリーバは、図6に示すように、コモンポート P_Cおよびブランチポート P₁間の光通過特性（実線）と、コモンポート P_Cおよびブランチポート P₂間の光通過特性（破線）とが、波長に対して櫛歯状に周期的に変化し、等波長間隔で配置された複数の光信号を交互に多重／分離することができる。このような光インターリーバの特性に対応し、ここでは等間隔に配置された波長 $\lambda_1 \sim \lambda_8$ の光信号について、奇数波長の光信号が波長グループ G₁に設定され、偶数波長の光信号が波長グループ G₂に設定される。このような波長グループ G₁, G₂の設定により、図5の左側に示したような波長 $\lambda_1 \sim \lambda_8$ の光信号を含んだWDM信号光がコモンポート P_Cに入力されると、図5の右下に示したように波長グループ G₁に属する波長 $\lambda_1, \lambda_3, \lambda_5, \lambda_7$ の光信号がブランチポート P₁から出力されると共に、図5の右上に示したように波長グループ G₂に属する波長 $\lambda_2, \lambda_4, \lambda_6, \lambda_8$ の光信号がブランチポート P₂から出力される。また、これとは逆に、奇数波長の光信号がブランチポート P₁に入力され、偶数波長の光信号が

ブランチポート P₂に入力されると、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_8$ の光信号を多重したWDM信号光がコモンポート P_Cから出力される。

【0020】

なお、光多重／分離デバイス 1 1 1A, 1 1 1B～1 1 3A, 1 1 3B としてWDMカプラを使用する場合には、短波長側領域と長波長側領域との間に所要の幅の遷移領域が生じ、この遷移領域内には光信号を配置するができなくなるため、利用可能な波長帯域が制限されるという欠点がある。一方、光インターリーバを使用する場合には、各ポート間の光通過特性が急峻に遷移するので、上記のような波長帯域が制限されるという欠点は解消される。

【0021】

ここで、光多重／分離デバイス 1 1 1A, 1 1 1B～1 1 3A, 1 1 3B の各ブランチポート P₁, P₂の接続方法について具体的に説明する。

前述したように、各ブランチポート P₁, P₂間は、ブランチポート接続部 2 により第1～第3の接続ルール（ただし、N=3とする）に従って1対1で接続される。具体的には、第1の接続ルールとして、光ファイバペア F₁～F₃のうちのある光ファイバペア F_j（j=1～3）の入力ファイバ IN に接続された光多重／分離デバイス 1 1 jA のブランチポート P₁, P₂を、他の光ファイバペア F_k（k ≠ j）の出力ファイバ OUT に接続された光多重／分離デバイス 1 1 kB のブランチポート P₁, P₂と1対1で接続する。

【0022】

また、第2の接続ルールとして、同じ波長グループに対応したブランチポート同士、すなわち、波長グループ G₁ のインデックス「1」に対応したブランチポート P₁ 同士を接続すると共に、波長グループ G₂ のインデックス「2」に対応したブランチポート P₂ 同士を接続する。これは言い換えると、異なる波長グループインデックスを持つブランチポート P₁, P₂間は接続禁止とする。

【0023】

さらに、第3の接続ルールとして、光ファイバペア F₁～F₃ のうちのいずれか2つを選択した組み合わせ (F_l, F_m) （ただし、m ≠ l および l, m = 1～3）の全てについて、上り回線用の経路と、下り回線用の経路とがそれぞれ繋がる

ようにブランチポート間を接続する。すなわち、コモンポート P_c が共に入力ファイバ IN に接続された光多重／分離デバイス 111A, 11mA のブランチポート間、または、コモンポート P_c が共に出力ファイバ OUT に接続された光多重／分離デバイス 111B, 11mB のブランチポート間は接続禁止とする。

【0024】

上記のような第1～第3の接続ルールが全て満たされるように、光多重／分離デバイス 111A, 111B～113A, 113B の合計 12 個のブランチポート P₁, P₂ 間を 1 対 1 で接続したときのポート接続表を次の表2に示す。

【0025】

【表1】

IN	OUT	F ₁		F ₂		F ₃	
		P ₁	P ₂	P ₁	P ₂	P ₁	P ₂
F ₁	P ₁		—	○	—	×	—
	P ₂	—		—	×	—	○
F ₂	P ₁	×	—	—	—	○	—
	P ₂	—	○	—	—	—	×
F ₃	P ₁	○	—	×	—	—	—
	P ₂	—	×	—	○	—	—

上記の表1において、○印は、1対1で接続されるブランチポートを示し、×印は、○印のブランチポートに対応して非接続とされるブランチポートを示し、—印は、接続が禁止されるブランチポートを示している。このようなブランチポート間の接続により、3方向の光ファイバペア F₁～F₃に対して形成される光パスについての波長グループ G₁, G₂ の割り当ては、次の表2に示すような設定となる。

【0026】

【表2】

IN	OUT	F ₁	F ₂	F ₃
F ₁		G ₁	G ₂	
F ₂		G ₂		G ₁
F ₃		G ₁	G ₂	

表2に示すように、光ファイバペアF₁の入力ファイバINからのWDM信号光は、波長グループG₁に属する光信号が光ファイバペアF₂の出力ファイバOUTに出力され、波長グループG₂に属する光信号が光ファイバペアF₃の出力ファイバOUTに出力される。また、光ファイバペアF₂の入力ファイバINからのWDM信号光は、波長グループG₁に属する光信号が光ファイバペアF₃の出力ファイバOUTに出力され、波長グループG₂に属する光信号が光ファイバペアF₁の出力ファイバOUTに出力される。さらに、光ファイバペアF₃の入力ファイバINからのWDM信号光は、波長グループG₁に属する光信号が光ファイバペアF₁の出力ファイバOUTに出力され、波長グループG₂に属する光信号が光ファイバペアF₂の出力ファイバOUTに出力される。

【0027】

このような波長グループG₁， G₂の割り当てによって、3方向の光ファイバペアF₁～F₃の互いの間で上下回線が確保されるようになる。例えば、光ファイバペアF₁から光ファイバペアF₂への光バスには波長グループG₁が割り当てられ、その逆の光ファイバペアF₂から光ファイバペアF₁への光バスには波長グループG₂が割り当てられることで、光ファイバペアF₁， F₂の間で波長グループの異なる上下回線が確保される。

【0028】

なお、上記のように光ファイバペアF₁～F₃の間で確保される上下回線については、通常、等しい伝送容量を割り当てる必要がある。このため、波長グループ

G_1 に含まれる光信号の波長数が波長グループ G_2 に含まれる波長数よりも多く設定されるか、または、少なく設定されると、少ない方の波長数によって全体で利用可能な波長数が制限されることになる。従って、各波長グループ G_1 , G_2 の設定は、各自に含まれる波長数が等しくなるように行なうことが望ましく、これにより波長帯域を最も有効に利用することが可能になる。

【0029】

上述したような第1実施形態の3方向光分岐装置10によれば、6個の光多重／分離デバイス111A, 111B～113A, 113Bを使用して、予め定めた波長グループ G_1 , G_2 ごとに纏めて光信号を分離および多重することができるようになるので、これまでのようにWDM信号光を1波ごとに分離した後に再多重して所要の方向に送出するといった処理が不要となり、複雑な配線を行う必要がなくなるため、簡易な構成で低成本かつ低損失な光分岐装置を実現することが可能になる。

【0030】

また、上述の図18に示したような3つのWDMカプラを用いた従来の3方向光分岐装置に比べて、本実施形態の3方向光分岐装置10では、装置内の各光パスを通過する光信号は、必ず2つの光多重／分離デバイスを通過して同じ量の損失を受けるため、光ファイバペアF₁～F₃の出力ファイバOUTに出力されるWDM信号光のパワーバランス（合波後の波長グループ G_1 の光信号パワーと波長グループ G_2 の光信号パワーと間のバランス）を容易に取ることも可能になる。さらに、各光多重／分離デバイスにおける損失にはらつきがあり、各光パスを通過する光信号が必ずしも同じ量の損失を受けない状態になったとしても、本光分岐装置10の構成上、例えば可変光減衰器や光増幅器などパワー調整手段を設けて、各波長グループ G_1 , G_2 間の光信号パワーの偏差を補償することも可能である。このパワー調整手段を設けた実施形態については後述することにする。

【0031】

次に、本発明の第2実施形態による多方向光分岐装置について説明する。

図7は、第2実施形態の多方向光分岐装置の構成図である。

図7において、本多方向光分岐装置20は、例えば、1つのコモンポートPC

および3つのブランチポート P₁, P₂, P₃を有する8個の光多重／分離デバイス 211A, 211B, 212A, 212B, 213A, 213B, 214A, 214Bを使用して、4つの方向に対応した光ファイバペア F₁, F₂, F₃, F₄から入力されるWDM信号光を3つの波長グループ G₁, G₂, G₃に分離して、他の方向からの異なる波長グループの光信号と多重して所定の光ファイバペアに出力する。

【0032】

この4方向光分岐装置20についても、上述した3方向光分岐装置10の構成と同様にして、光多重／分離デバイス 211A, 211Bの各コモンポート P_Cには光ファイバペア F₁の入力ファイバINおよび出力ファイバOUTがそれぞれ接続され、光多重／分離デバイス 212A, 212Bの各コモンポート P_Cには光ファイバペア F₂の入力ファイバINおよび出力ファイバOUTがそれぞれ接続される。また、光多重／分離デバイス 213A, 213Bの各コモンポート P_Cには光ファイバペア F₃の入力ファイバINおよび出力ファイバOUTがそれぞれ接続され、光多重／分離デバイス 214A, 214Bの各コモンポート P_Cには光ファイバペア F₄の入力ファイバINおよび出力ファイバOUTがそれぞれ接続される。そして、8個の光多重／分離デバイス 211A, 211B～214A, 214Bの各ブランチポート P₁～P₃（合計24個）は、ブランチポート接続部22により第1～第3の接続ルールに従って1対1で接続される。

【0033】

各光多重／分離デバイス 211A, 211B～214A, 214Bは、それぞれ、利用可能な波長帯域にある複数の光信号を含んだWDM信号光がコモンポート P_Cに入力された場合に、そのWDM信号光を3つの波長グループ G₁～G₃に分離して対応するブランチポート P₁～P₃から出力する。また、各波長グループ G₁～G₃に属する光信号が当該波長グループに対応するブランチポート P₁～P₃に入力され場合には、入力された各波長グループ G₁～G₃の光信号を多重してコモンポート P_Cから出力する。

【0034】

上記のような機能を実現するための各光多重／分離デバイス 211A, 211B～214A, 214Bについては、例えば図8の中央部分に示すように、1つのコモン

ポート p_C と 2 つのブランチポート p_1 , p_2 を有する光インターリーバ 21a, 21b をカスケード接続することにより実現することが可能である。具体的に、前段の光インターリーバ 21a は、そのコモンポート p_C が光多重／分離デバイスとしてのコモンポート P_C とされ、ブランチポート p_1 が後段の光インターリーバ 21b のコモンポート p_C に接続され、ブランチポート p_2 が光多重／分離デバイスとしてのブランチポート P_2 とされる。後段の光インターリーバ 21b の 2 つのブランチポート p_1 , p_2 は、それぞれ、光多重／分離デバイスとしてのブランチポート P_1 , P_3 とされる。

【0035】

前段の光インターリーバ 21a は、例えば図 9 に示すような各ポート間の光通過特性を有し、ブランチポート p_1 に対して奇数波長の光信号が入出力され、ブランチポート p_2 に対して偶数波長の光信号が入出力される。一方、後段の光インターリーバ 21b は、例えば図 10 に示すように、前段の光インターリーバ 21a の光通過特性に比べて 2 倍の周期で変化する光通過特性を有し、前段の光インターリーバ 21a からの奇数波長の光信号をさらに 2 つに分離して、波長 λ_1 , λ_5 の光信号をブランチポート p_1 に出力し、波長 λ_3 , λ_7 の光信号をブランチポート p_2 に出力することが可能である。

【0036】

このような光インターリーバ 21a, 21b からなる光多重／分離デバイスの特性に対応し、ここでは等間隔に配置された波長 $\lambda_1 \sim \lambda_8$ の光信号について、波長 λ_1 , λ_5 の光信号が波長グループ G_1 に設定され、偶数波長 λ_2 , λ_4 , λ_6 , λ_8 の光信号が波長グループ G_2 に設定され、波長 λ_3 , λ_7 の光信号が波長グループ G_3 に設定される。このような波長グループ $G_1 \sim G_3$ の設定により、図 8 の左側に示したような波長 $\lambda_1 \sim \lambda_8$ の光信号を含んだ WDM 信号光が光多重／分離デバイスのコモンポート P_C に入力されると、波長グループ G_1 に属する波長 λ_1 , λ_5 の光信号がブランチポート P_1 から出力され（図 8 の右下）、波長グループ G_2 に属する波長 λ_2 , λ_4 , λ_6 , λ_8 の光信号がブランチポート P_2 から出力され（図 8 の右上）、さらに、波長グループ G_3 に属する波長 λ_3 , λ_7 の光信号がブランチポート P_3 から出力される（図 8 の右中央）。また、これとは逆に、波長 λ_1 ,

λ_5 の光信号がブランチポート P_1 に入力され、偶数波長の光信号がブランチポート P_2 に入力され、波長 λ_3 , λ_7 の光信号がブランチポート P_3 に入力されると、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_8$ の光信号を多重したWDM信号光がコモンポート P_C から出力される。

【0037】

各光多重／分離デバイス 211A, 211B～214A, 214Bの各々のブランチポート $P_1 \sim P_3$ 間は、ブランチポート接続部 22により、第1～第3の接続ルールに従って1対1で接続され、その具体的な接続方法は、上述した第1実施形態の場合と同様にして考えることができる。このため、ここでは4方向光分岐装置20におけるポート接続表を次の表3に示すと共に、光ファイバペア $F_1 \sim F_4$ に対して形成される光パスについての波長グループ G_1 , G_2 の割り当てを表4に示すことにより、具体的な説明を省略する。

【0038】

【表3】

IN \ OUT		F ₁			F ₂			F ₃			F ₄		
IN	OUT	P ₁	P ₂	P ₃	P ₁	P ₂	P ₃	P ₁	P ₂	P ₃	P ₁	P ₂	P ₃
F ₁	P ₁		—	—	○	—	—	×	—	—	×	—	—
	P ₂	—		—	—	×	—	—	○	—	—	×	—
	P ₃	—	—		—	—	×	—	—	×	—	—	○
F ₂	P ₁	○	—	—		—	—	×	—	—	×	—	—
	P ₂	—	×	—	—		—	—	×	—	—	○	—
	P ₃	—	—	×	—	—		—	—	○	—	—	×
F ₃	P ₁	×	—	—	×	—	—		—	—	○	—	—
	P ₂		○	—	—	×	—	—	—	—	—	×	—
	P ₃		—	×	—	—	○	—	—	—	—	—	×
F ₄	P ₁	×	—	—	×	—	—	○	—	—		—	—
	P ₂	—	×	—	—	○	—	—	×	—	—		—
	P ₃	—	—	○	—	—	×	—	—	×	—	—	

【0039】

【表4】

IN \ OUT	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄
F ₁		G ₁	G ₂	G ₃
F ₂	G ₁		G ₃	G ₂
F ₃	G ₂	G ₃		G ₁
F ₄	G ₃	G ₂	G ₁	

上記のように第2実施形態の4方向光分岐装置20によれば、8個の光多重／分離デバイス211A, 211B～214A, 214Bを組み合わせることで3つの波長グループG₁～G₃ごとに光信号を分離および多重することができるようになるため、4つの方向に対応した構成についても上述した第1実施形態の場合と同様の効果を得ることができる。さらに、第2実施形態の4方向光分岐装置20と同様にして、5つ以上の方向に対応した光分岐装置を実現することも可能であり、本発明はN方向（N≥3）に対応した光分岐装置について有効である。

【0040】

なお、上述した各実施形態では、N方向に対応した光分岐装置について、2×N個の光多重／分離デバイスが、1個のコモンポートP_CとN-1個のブランチポートP₁～P_{N-1}を持つ場合について説明したが、光多重／分離デバイスが物理的に1つのコモンポートP_CとM個（M>N-1）のブランチポートP₁～P_Mを持つ場合についても、M個のブランチポートP₁～P_Mをグルーピングして仮想的にN-1個のブランチポートと見なして、各々のブランチポート間を接続することが可能である。

【0041】

図11は、上記のような考え方を前述の図7に示した4方向光分岐装置20について適用した場合の一例を示す構成図である。図11に示す4方向光分岐装置20'では、1つのコモンポートP_Cと4個のブランチポートP₁～P₄を有する8個の光多重／分離デバイス211A', 211B'～214A', 214B'が使用される。これらの光多重／分離デバイス211A', 211B'～214A', 214B'

は、それぞれ図12の中央部分に示すように、1つのコモンポート p_C と2つのブランチポート p_1 , p_2 を有する3個の光インターリーバ $21a$, $21b$, $21c$ を使用して、光インターリーバ $21a$ と、光インターリーバ $21b$ および $21c$ とを2段にカスケード接続して構成される。この構成は、前述の図8に示した光多重／分離デバイスの構成について、光インターリーバ $21a$ のブランチポート P_2 の先に光インターリーバ $21c$ を追加したものであり、この光インターリーバ $21c$ は、例えば図13に示すように、光インターリーバ $21b$ の光通過特性（図10）と同様の特性を持つものである。

【0042】

このような構成の光多重／分離デバイスでは、光インターリーバ $21b$, $21c$ の合計4個のブランチポートが物理的に存在することになるが、それら4個のブランチポートのうちの2つ（ここでは、例えば光インターリーバ $21c$ のブランチポート p_1 , p_2 ）を仮想的に1つのブランチポート P_2 と見なして（図12）、他の光多重／分離デバイスのブランチポートとの接続を行うことが可能である（図11）。このようなブランチポートの仮想的なグルーピングによるメリットは、例えば、各光ファイバペア $F_1 \sim F_4$ の入力ファイバ I_N および出力ファイバ O_U 間に回線容量を調整することができるという自由度が生じる点である。

【0043】

次に、本発明の第3実施形態による多方向光分岐装置について説明する。ここでは、光ファイバペアに出力されるWDM信号光の各波長グループに対応した光信号パワーのバランスが高い精度で均一になるようにした応用例を説明する。

【0044】

図14は、第3実施形態の多方向光分岐装置の構成図である。

図14に示す多方向光分岐装置 $10'$ は、例えば、上述の図1に示した第1実施形態の3方向光分岐装置について、光多重／分離デバイス $111A$, $111B \sim 113A$, $113B$ の各ブランチポート P_1 , P_2 間を接続する各々の光路上に、伝搬する光信号のパワーを調整する可変光減衰器（VOA） 3111 , 3112 , 3121 , 3122 , 3131 , 3132 をそれぞれ配置すると共に、各光ファイバペア F_1 , F_2 , F_3 に出力されるWDM信号光のスペクトルをモニタして各可変光減衰器を制

御するための光スペクトルアナライザ（OSA）321, 322, 323および制御回路（CONT）331, 332, 333をそれぞれ設けたものである。

【0045】

可変光減衰器3111, 3112は、光ファイバペアF₁の出力ファイバOUTに接続された光多重／分離デバイス111Bの各ブランチポートP₁, P₂に繋がる光路上に設けられ、各々の光減衰量が光スペクトルアナライザ321のモニタ結果に応じて制御回路331により制御される。光スペクトルアナライザ321は、光多重／分離デバイス111BのコモンポートP_Cから光ファイバペアF₁の出力ファイバOUTに送出されるWDM信号光の一部を取り出して光スペクトルを検出し、その結果を制御回路331に出力する。制御回路331は、光スペクトルアナライザ321からの光スペクトル情報に基づいて、波長グループG₁に属する光信号の平均パワーと、波長グループG₂に属する光信号の平均パワーとが略等しくなるように、可変光減衰器3111, 3112の各光減衰量をフィードバック制御する。

【0046】

可変光減衰器3121, 3122は、光ファイバペアF₂の出力ファイバOUTに接続された光多重／分離デバイス112Bの各ブランチポートP₁, P₂に繋がる光路上に設けられ、上記の可変光減衰器3111, 3112と同様にして、各々の光減衰量が光スペクトルアナライザ322のモニタ結果に応じて制御回路332によりフィードバック制御される。また、可変光減衰器3131, 3132については、光ファイバペアF₃の出力ファイバOUTに接続された光多重／分離デバイス113Bの各ブランチポートP₁, P₂に繋がる光路上に設けられ、各々の光減衰量が光スペクトルアナライザ323のモニタ結果に応じて制御回路333によりフィードバック制御される。光スペクトルアナライザ322, 323および制御回路332, 333は、前述した光スペクトルアナライザ321および制御回路331と同様のものである。

【0047】

上記のような構成の3方向光分岐装置10'では、6個の光多重／分離デバイス111A, 111B~113A, 113Bにおける損失に有意な誤差が生じていたり、

各光ファイバペアF₁～F₃の入力ファイバINから光パワーの異なるWDM信号光が光多重／分離デバイス1_{1A}～1_{3A}に入力されるような場合においても、各光多重／分離デバイス1_{1B}～1_{3B}から各光ファイバペアF₁～F₃の出力ファイバOUTに送られるWDM信号光を各光スペクトルアナライザ3₂₂～3₂₃でモニタして波長グループG₁, G₂についての平均光パワーのアンバランスを検出し、そのアンバランスが補正されるように対応する可変光減衰器3₁₁₁, 3₁₁₂～3₁₃₁, 3₁₃₂の光減衰量をフィードバック制御することによって、利用可能な波長帯域でパワーの揃ったWDM信号光を光ファイバペアF₁～F₃の各出力ファイバOUTに出力することができるようになる。これにより、各方向に対するWDM信号光の伝送を安定して行うことが可能になる。

【0048】

なお、上記の第3実施形態では、可変光減衰器3₁₁₁, 3₁₁₂～3₁₃₁, 3₁₃₂により各波長グループG₁, G₂の光信号のパワー調整を行う場合を示したが、可変光減衰器に代えて一般的な光増幅器を用いて光信号のパワーを調整するようにしてもよい。この場合、光増幅器の駆動状態が各制御回路3₃₁～3₃₃によってフィードバック制御されることになる。

【0049】

また、上記第3実施形態の変形例として、例えば図15に示すように、光ファイバペアF₁～F₃の各入力ファイバINと各光多重／分離デバイス1_{1A}～1_{3A}のコモンポートPCとの間に光増幅器3₄₁～3₄₃をそれぞれ設けて、光分岐装置10'内の各光多重／分離デバイスおよび各可変光減衰器で生じる損失を補償するようにしてもよい。さらに、上記の光増幅器3₄₁～3₄₃だけでなく、図15中の点線で示したように、各光多重／分離デバイス1_{1B}～1_{3B}のコモンポートPCと光ファイバペアF₁～F₃の各出力ファイバOUTとの間にも光増幅器3₅₁～3₅₃をそれぞれ設けて、入力側および出力側の双方で損失の補償を行うようにしても構わない。

【0050】

次に、本発明の第4実施形態による多方向光分岐装置について説明する。ここでは、上記第3実施形態の場合と同様に、WDM信号光のパワーバランス制御を

行う他の応用例について説明する。

【0051】

図16は、第4実施形態の多方向光分岐装置の構成図である。

図16に示す多方向光分岐装置10”は、例えば、上述の図1に示した第1実施形態の3方向光分岐装置について、光ファイバペアF₁～F₃の各入力ファイバINと各光多重／分離デバイス111A～113AのコモンポートPCとの間に光増幅器411, 412, 413をそれぞれ設けると共に、各々の光増幅器411～413から出力されるWDM信号光のトータルパワーをモニタして各光増幅器411～413の駆動状態を制御するための受光器(PD)421, 422, 423および制御回路(CONT)431, 432, 433をそれぞれ設けたものである。

【0052】

各制御回路431～433は、各受光器421～423でモニタされるWDM信号光のパワーが各方向に共通な所定のレベルで一定となるように、各々に対応する光増幅器411～413の駆動状態のフィードバック制御を行う。

【0053】

上記のような構成の光分岐装置10”では、各光ファイバペアF₁～F₃からそれぞれ入力されるWDM信号光のトータルパワーが異なる場合であっても、各WDM信号光が対応する光増幅器411～413で所定のレベルまで増幅されにより、各々の光多重／分離デバイス111A～113AのコモンポートPCに与えられるWDM信号光のトータルパワーが略均一となる。光分岐装置10”内の6個の光多重／分離デバイス111A, 111B～113A, 113Bは、前述した第3実施形態の場合のように各々の損失にばらつきが生じる可能性もあるが、基本的には、同一のデバイスを使用可能であるので各々の損失を実質的に等しくすることが容易である。全ての光多重／分離デバイス111A, 111B～113A, 113Bにおいて等しい損失が生じる場合、各光ファイバペアF₁～F₃から入力されるWDM信号光のトータルパワーを均一に制御することで、各光多重／分離デバイス111A, 111B～113A, 113Bを通過して各光ファイバペアF₁～F₃に出力されるWDM信号光についても、各波長グループG₁, G₂のパワーバランスを均一にすることができます。また、光増幅器411～413におけるWDM信号光の増幅に

より、光分岐装置10”内で発生する損失の補償を行うことも可能である。

【0054】

なお、各光多重／分離デバイス111A, 111B～113A, 113Bにおける損失にはばらつきが生じてしまう場合には、前述した第3実施形態の構成を第4実施形態にも適用することで、より高い精度でパワーバランスの制御を行うことが可能となる。また、光分岐装置10”内で発生する損は、入力側に設けた光増幅器411～413だけでなく、図16中の点線で示したように、各光多重／分離デバイス11B～13BのコモンポートPCと光ファイバペアF₁～F₃の各出力ファイバOUTとの間にも光増幅器441～443をそれぞれ設けて、入力側および出力側の双方で補償するようにしてもよい。

【0055】

以上、本明細書で開示した主な発明について以下にまとめる。

【0056】

(付記1) 波長多重信号光を互いに異なる方向に伝送する上り回線および下り回線に対応した一対の光路を有するN個(N≥3)の光伝送路に接続され、該各光伝送路の入力側光路から入力される波長多重信号光を、N-1個の波長グループにそれぞれ分離した後に、他の方向からの異なる波長グループの光信号と多重して所定の光伝送路の出力側光路に出力する多方向光分岐装置であって、

前記N個の光伝送路の入力側光路および出力側光路のいずれかと1対1で接続する1つのコモンポートと、N-1個のブランチポートとを有し、コモンポートに入力される波長多重信号光を各波長グループに分離して対応するブランチポートから出力すると共に、各ブランチポートに入力される各波長グループに属する光信号を多重してコモンポートから出力することが可能な2×N個の光多重／分離デバイスと、

予め設定した接続ルールに従って、前記2×N個の光多重／分離デバイスの各ブランチポート間を1対1で接続するブランチポート接続部と、
を備えて構成されたことを特徴とする多方向光分岐装置。

【0057】

(付記2) 付記1に記載の多方向光分岐装置であって、

前記ブランチポート接続部は、前記N個の光伝送路のうちの1つの光伝送路の入力側光路にコモンポートが接続された光多重／分離デバイスのブランチポートを、他の光伝送路の出力側光路にコモンポートが接続された光多重／分離デバイスのブランチポートと1対1で接続する第1の接続ルールと、同じ波長グループに対応したブランチポート同士を接続する第2の接続ルールと、前記N個の光伝送路のうちのいずれか2つを選択した組み合わせの全てについて、上り回線用の経路および下り回線用の経路がそれぞれ繋がるように各ブランチポート間を接続する第3の接続ルールとが同時に満たされるように、前記2×N個の光多重／分離デバイスの各ブランチポート間を1対1で接続することを特徴とする多方向光分岐装置。

【0058】

(付記3) 付記1に記載の多方向光分岐装置であって、

前記N-1個の波長グループは、上り回線に割り当てられる波長グループ内の光信号の波長数と、下り回線に割り当てられる波長グループ内の光信号の波長数とが等しくなるように設定されたことを特徴とする多方向光分岐装置。

【0059】

(付記4) 付記1に記載の多方向光分岐装置であって、

前記各光多重／分離デバイスは、各ブランチポートにそれぞれ対応した光通過特性の各々の通過帯域内に含まれる波長の隣り合う複数の光信号を1つの波長グループとして、光信号の多重／分離を行うWDMカプラを用いたことを特徴とする多方向光分岐装置。

【0060】

(付記5) 付記1に記載の多方向光分岐装置であって、

前記各光多重／分離デバイスは、各ブランチポートに対応して櫛歯状に周期的に変化する光通過特性を持ち、等波長間隔に配置された光信号を交互に多重／分離する光インターリーバを用いたことを特徴とする多方向光分岐装置。

【0061】

(付記6) 付記1に記載の多方向光分岐装置であって、

$N \geq 4$ としたとき、前記各光多重／分離デバイスは、1つのコモンポートと2

つのブランチポートを有する複数のデバイスをカスケード接続することによって、1つのコモンポートとN-1個のブランチポートが形成されるようにしたことを特徴とする多方向光分岐装置。

【0062】

(付記7) 付記6に記載の多方向光分岐装置であって、

前記ブランチポート接続部は、前記光多重／分離デバイスのカスケード接続により形成される物理的なブランチポートがM個 ($M > N - 1$) となるとき、該M個のブランチポートのうちの2以上のブランチポートをグループ化して仮想的にN個のブランチポートと見なし、各々のブランチポート間の接続を行うことを特徴とする多方向光分岐装置。

【0063】

(付記8) 付記1に記載の多方向光分岐装置であって、

前記各光多重／分離デバイスの各々のブランチポート間を接続する光路上にそれぞれ設けられ、該光路を伝搬する光信号のパワーを調整する $2 \times N$ 個のパワー調整デバイスと、

前記各光多重／分離デバイスのコモンポートから前記光伝送路の出力側光路に出力される波長多重信号光の光スペクトルをそれぞれモニタする光スペクトルモニタ部と、

該各光スペクトルモニタ部のモニタ結果に応じて、前記各波長グループに属する光信号の平均パワーが略等しくなるように、前記各パワー調整デバイスをそれぞれ制御する制御部と、

を備えて構成されたことを特徴とする多方向光分岐装置。

【0064】

(付記9) 付記8に記載の多方向光分岐装置であって、

前記パワー調整デバイスは、可変光減衰器であることを特徴とする多方向光分岐装置。

【0065】

(付記10) 付記8に記載の多方向光分岐装置であって、

前記パワー調整デバイスは、光増幅器であることを特徴とする多方向光分岐裝

置。

【0066】

(付記11) 付記8に記載の多方向光分岐装置であって、

前記各光伝送路の入力側光路と、該入力側光路に接続する前記各光多重／分離デバイスのコモンポートとの間に光増幅器を備えたことを特徴とする多方向光分岐装置。

【0067】

(付記12) 付記11に記載の多方向光分岐装置であって、

前記各光伝送路の出力側光路と、該出力側光路に接続する前記各光多重／分離デバイスのコモンポートとの間に光増幅器を備えたことを特徴とする多方向光分岐装置。

【0068】

(付記13) 付記1に記載の多方向光分岐装置であって、

前記各光伝送路の入力側光路と、該入力側光路に接続する前記各光多重／分離デバイスのコモンポートとの間に設けられたN個の光増幅器と、

該各光増幅器から出力される波長多重信号光のトータルパワーをそれぞれモニタする光パワーモニタ部と、

該各光パワーモニタ部でモニタされる波長多重信号光のトータルパワーが各方向に共通な所定のレベルで一定となるように、前記各光増幅器の駆動状態をそれぞれ制御する制御部と、

を備えて構成されたことを特徴とする多方向光分岐装置。

【0069】

(付記14) 付記13に記載の多方向光分岐装置であって、

前記各光伝送路の出力側光路と、該出力側光路に接続する前記各光多重／分離デバイスのコモンポートとの間に光増幅器を備えたことを特徴とする多方向光分岐装置。

【0070】

(付記15) 付記13に記載の多方向光分岐装置を光分岐ノードに使用したこと
を特徴とする波長多重光伝送システム。

【0071】**【発明の効果】**

以上説明したように本発明の多方向光分岐装置によれば、N方向に対応した光伝送路に対して、 $2 \times N$ 個の光多重／分離デバイスを使用してN-1個の波長グループごとに光信号を分離および多重するようにしたことで、複雑な配線を行う必要がなくなるため、簡易な構成で低コストかつ低損失な光分岐装置を実現することが可能になる。また、装置内を伝搬する光信号は必ず2つの光多重／分離デバイスを通過するようになるので、各光伝送路の出力側光路に出力されるWDM信号光のパワーバランスを容易に取ることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる多方向光分岐装置の構成を示す図である。

【図2】本発明の第1実施形態による3方向光分岐装置を示す構成図である。

【図3】上記の第1実施形態においてWDMカプラを使用した光多重／分離デバイスの機能を説明するための図である。

【図4】上記の第1実施形態においてWDMカプラを使用した光多重／分離デバイスの光通過特性の一例を示す図である。

【図5】上記の第1実施形態において光インターリーバを使用した光多重／分離デバイスの機能を説明するための図である。

【図6】上記の第1実施形態において光インターリーバを使用した光多重／分離デバイスの光通過特性の一例を示す図である。

【図7】本発明の第2実施形態による4方向光分岐装置を示す構成図である。

【図8】上記の第2実施形態において光インターリーバを使用した光多重／分離デバイスの機能を説明するための図である。

【図9】上記の第2実施形態において光多重／分離デバイスを構成する前段のインターリーバの光通過特性の一例を示す図である。

【図10】上記の第2実施形態において光多重／分離デバイスを構成する後段のインターリーバの光通過特性の一例を示す図である。

【図11】上記の第2実施形態に関連した他の構成例を示す図である。

【図12】図11の構成例において光インターリーバを使用した光多重／分離デバイスの機能を説明するための図である。

【図13】図11の構成例において光多重／分離デバイスを構成する後段のインターリーバの光通過特性の一例を示す図である。

【図14】本発明の第3実施形態による3方向光分岐装置を示す構成図である。

【図15】上記の第3実施形態に関連した変形例を示す構成図である。

【図16】本発明の第4実施形態による3方向光分岐装置を示す構成図である。

【図17】光分岐ノードを有する一般的なWDM光伝送システムの概略構成を示す図である。

【図18】従来の3方向光分岐装置の構成を示す図である。

【図19】一般的なWDMカプラの光通過特性の一例を示す図である。

【符号の説明】

1 1A～1 NB, 1 1 1A～1 1 3B, 2 1 1A～2 1 3B 光多重／分離デバイス

2, 1 2, 2 2 ブランチポート接続部

1 0, 1 0', 1 0" 3方向光分岐装置

2 0 4方向光分岐装置

3 1 11～3 1 32 可変光減衰器 (VOA)

3 2 1～3 2 3 光スペクトルアナライザ (OSA)

3 3 1～3 3 3, 4 3 1～4 3 3 制御回路 (CONT)

3 4 1～3 4 3, 3 5 1～3 5 3, 4 1 1～4 1 3, 4 4 1～4 4 3 光増幅器

4 2 1～4 2 3 受光器 (PD)

F₁～F_N 光ファイバペア (光伝送路)

IN 入力ファイバ (入力側光路)

OUT 出力ファイバ (出力側光路)

PC コモンポート

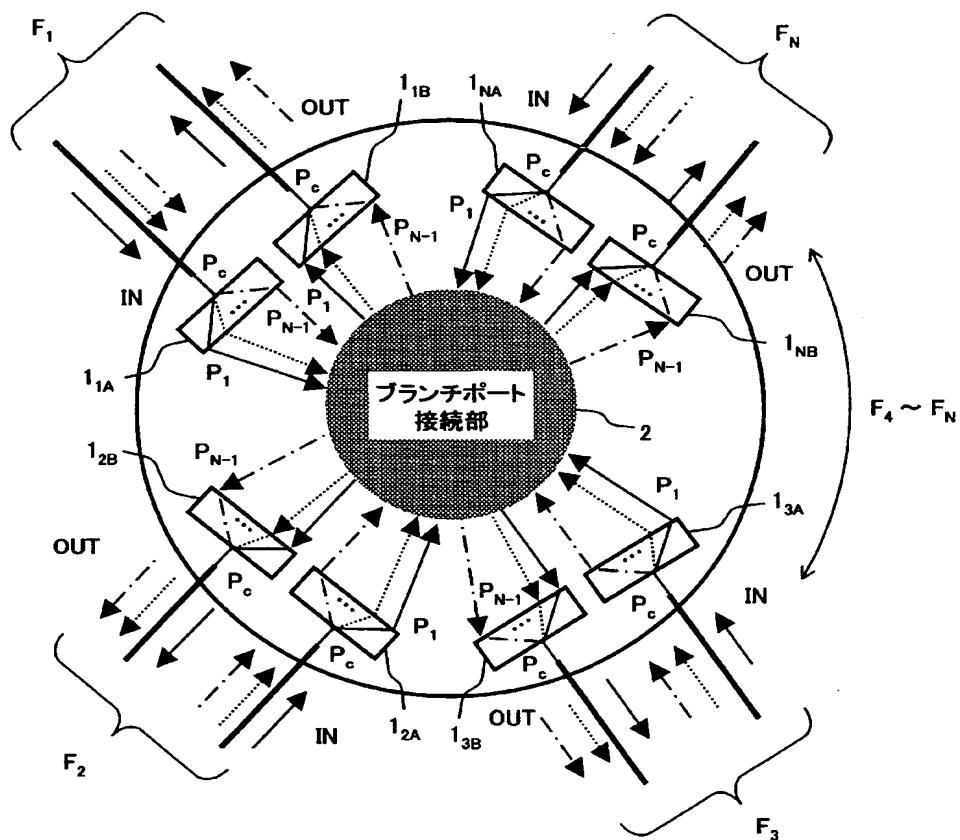
P₁～P_{N-1} ブランチポート

【書類名】

図面

【図1】

本発明にかかる多方向光分岐装置の構成

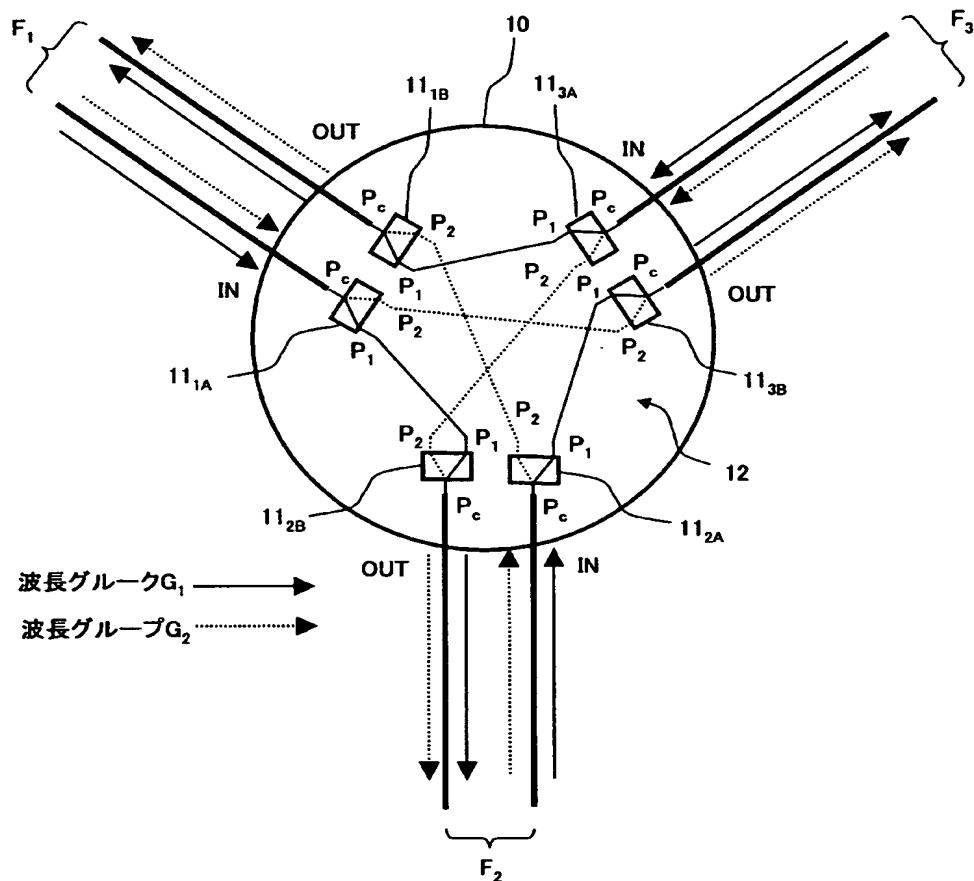
波長グループ G₁ →波長グループ G₂ →

⋮

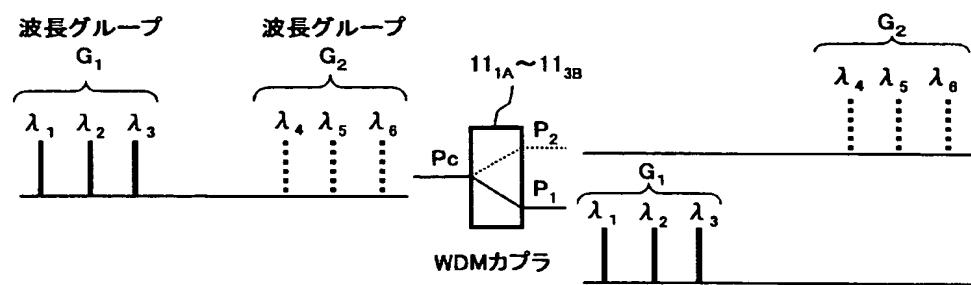
波長グループ G_{N-1} →

【図2】

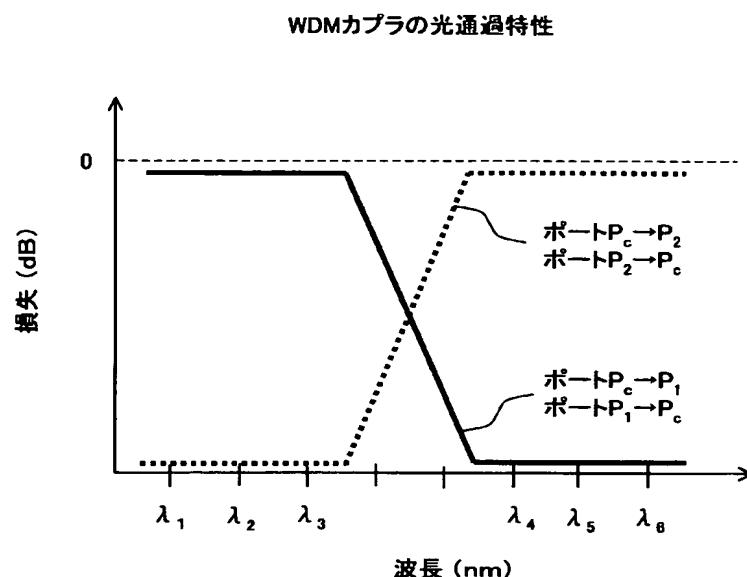
本発明の第1実施形態による
3方向光分岐装置の構成



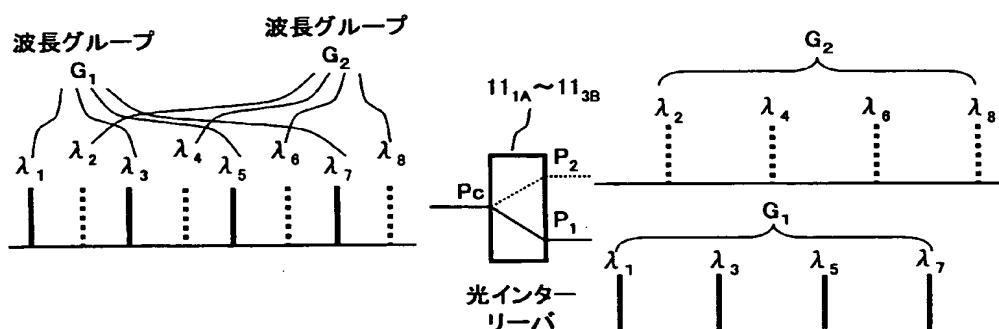
【図3】



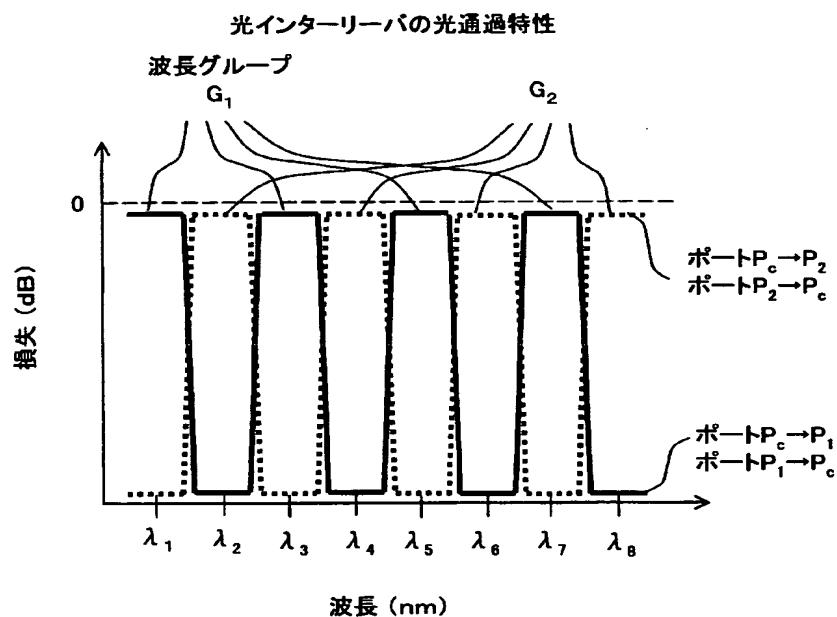
【図4】



【図5】

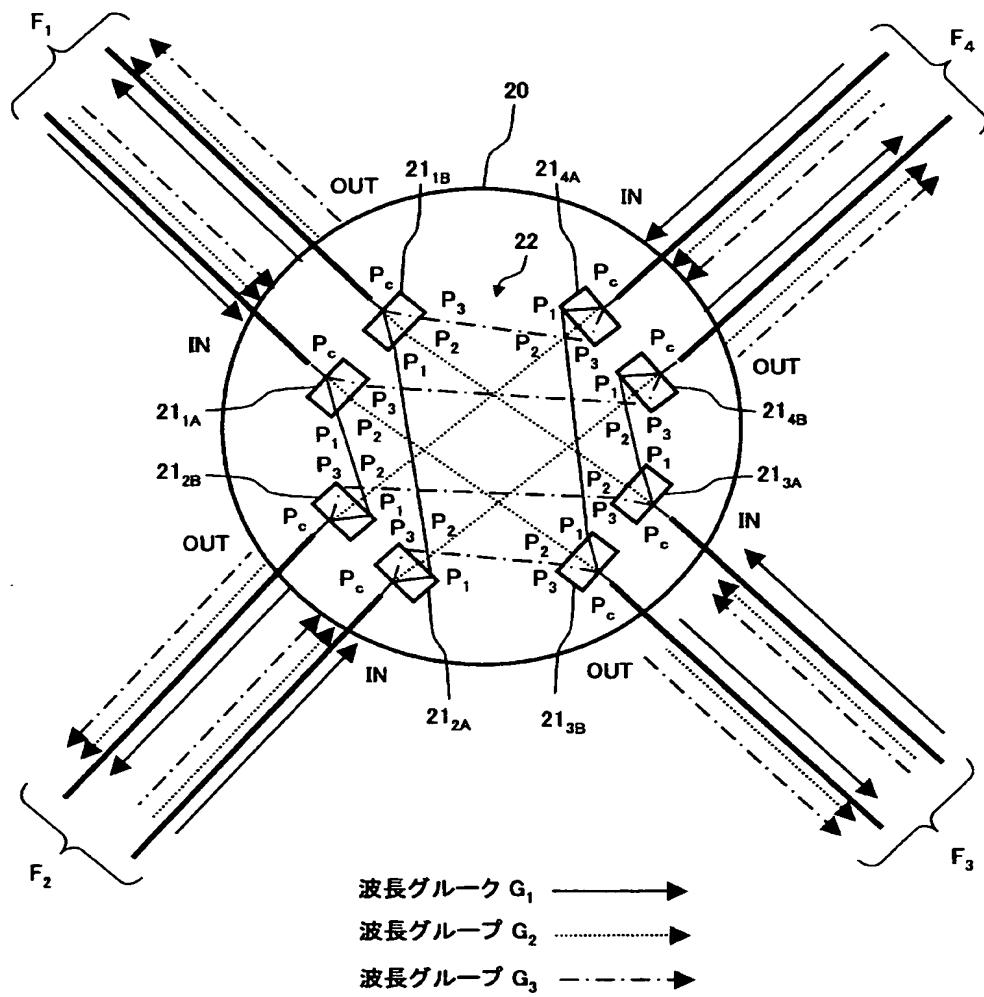


【図6】

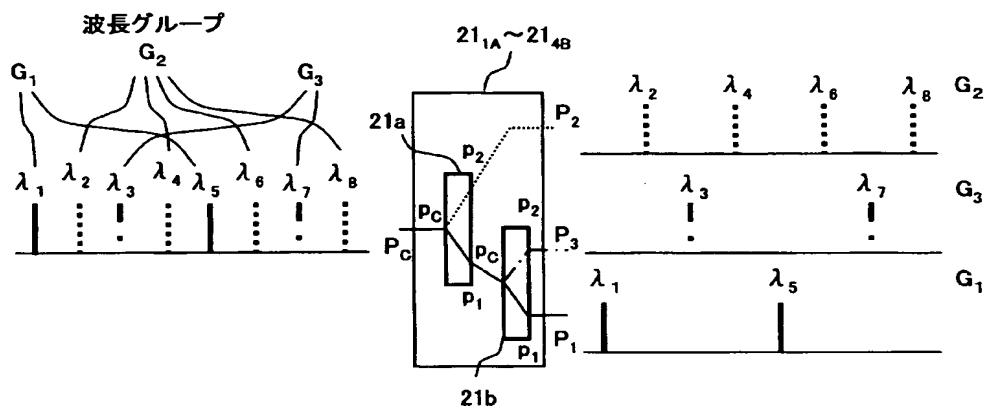


【図7】

本発明の第2実施形態による
4方向光分岐装置の構成

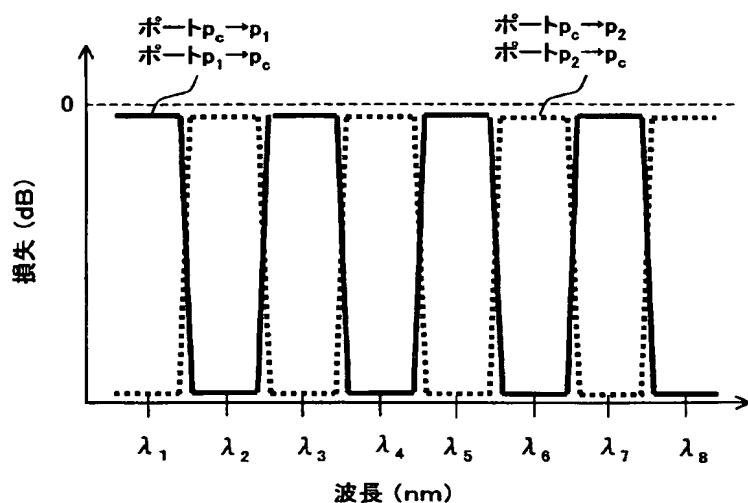


【図 8】



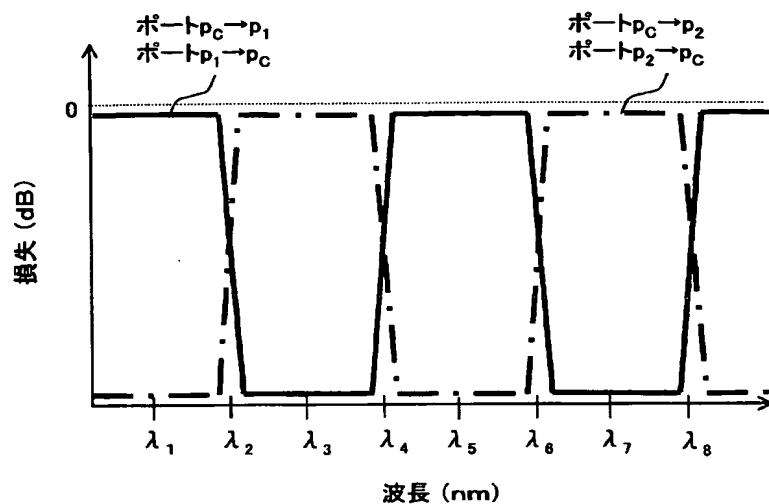
【図 9】

光インターリーバ 21a の光通過特性

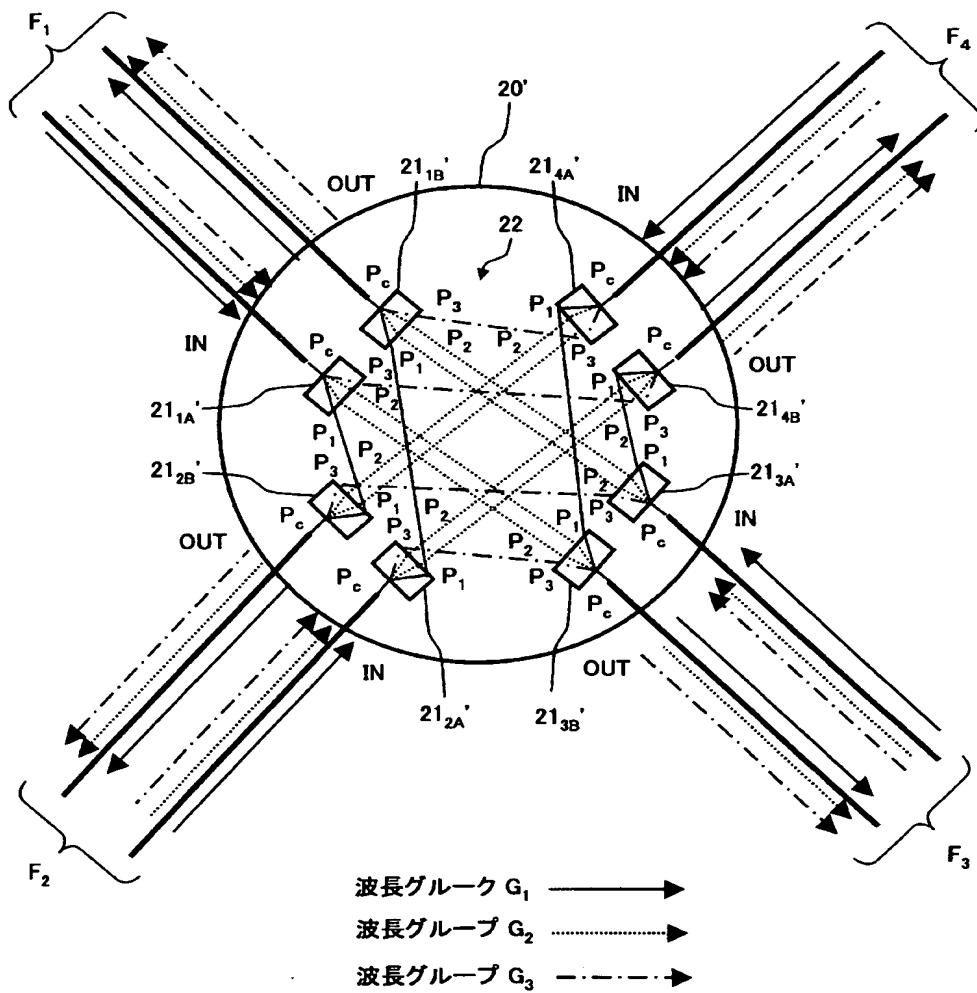


【図10】

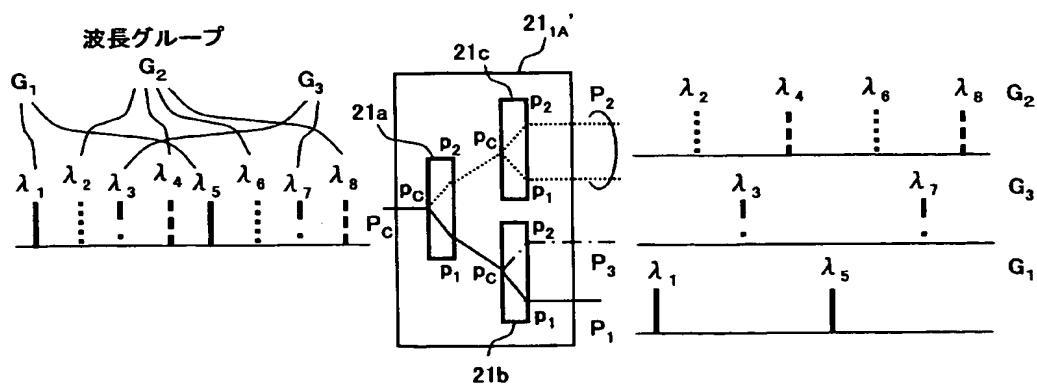
光インターリーバ 21b の光通過特性



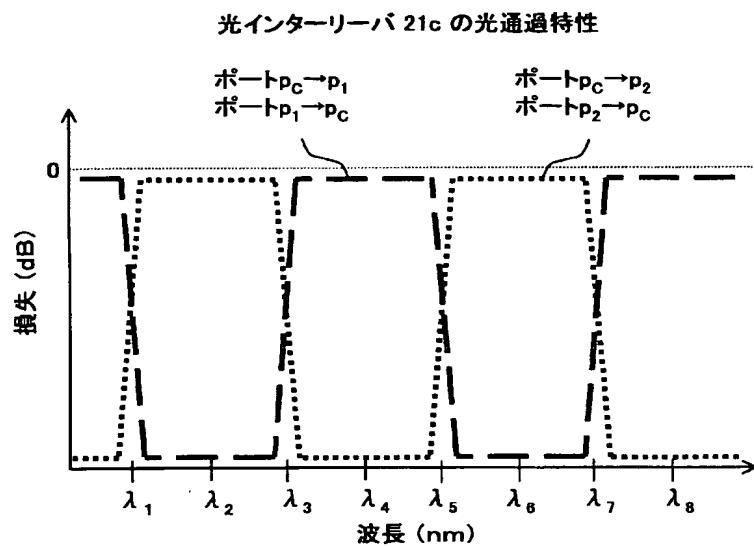
【図 1 1】



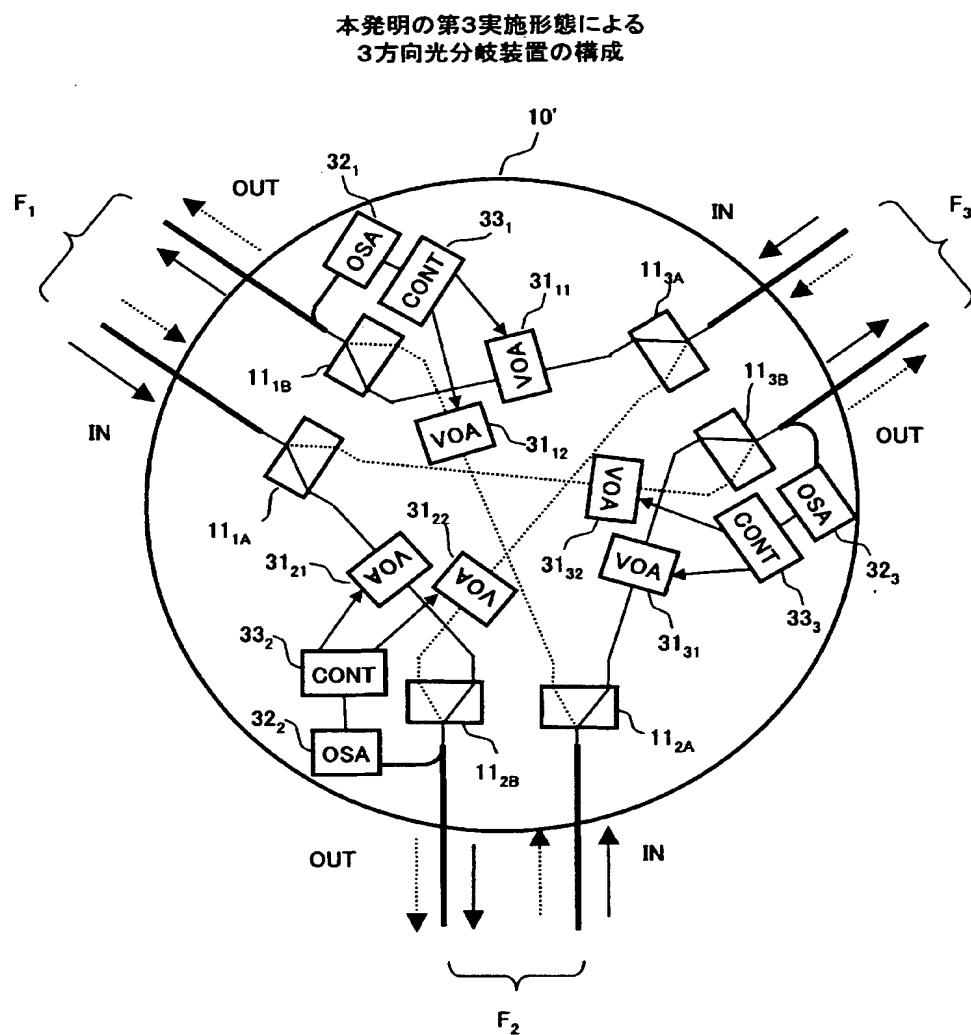
【図 1 2】



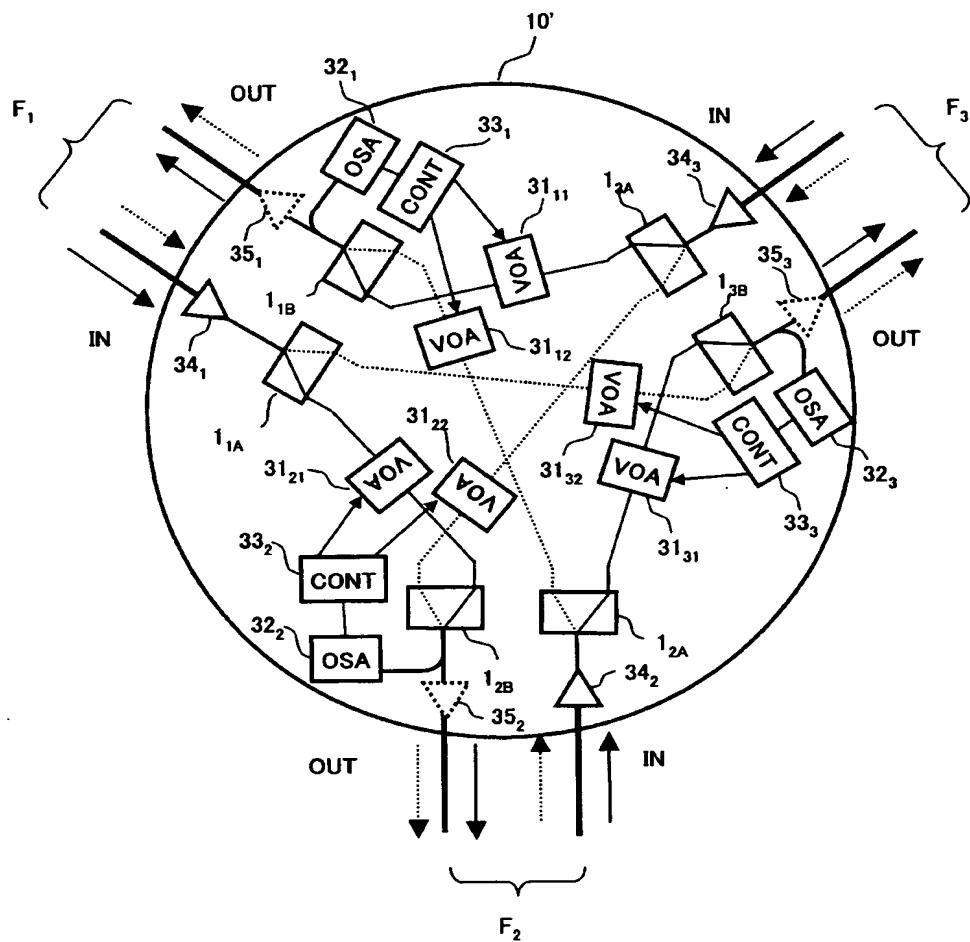
【図13】



【図14】

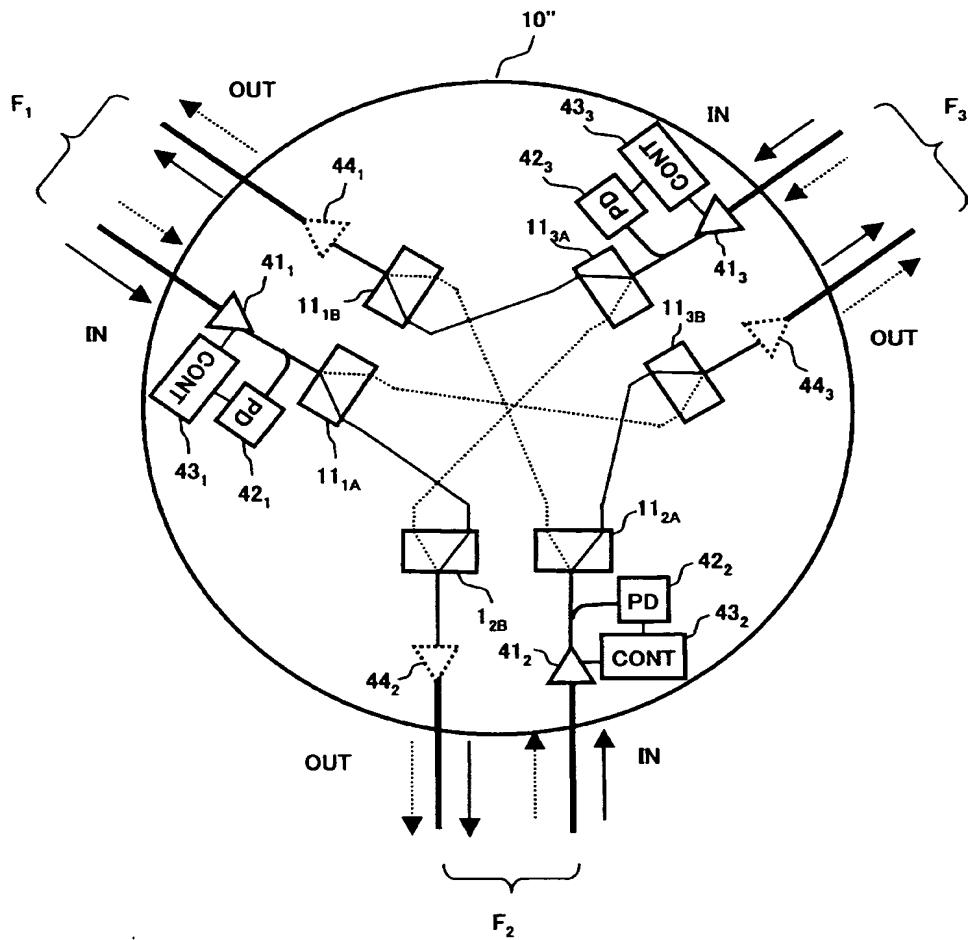


【図15】

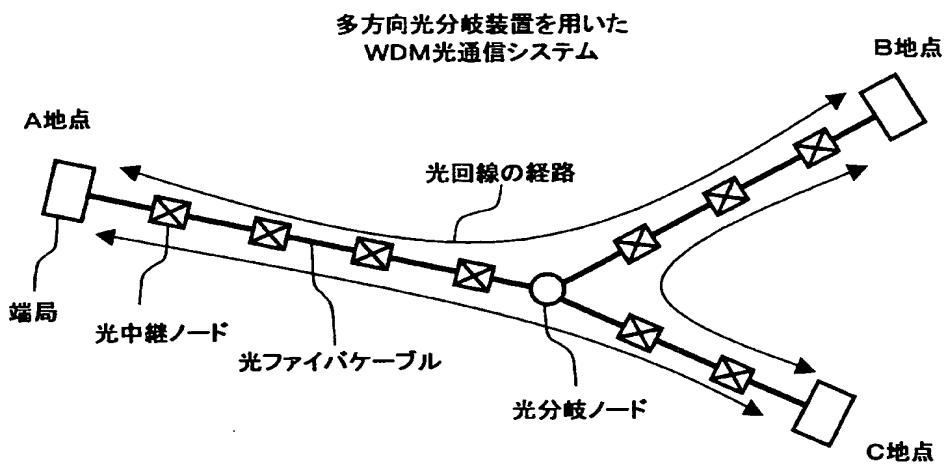


【図16】

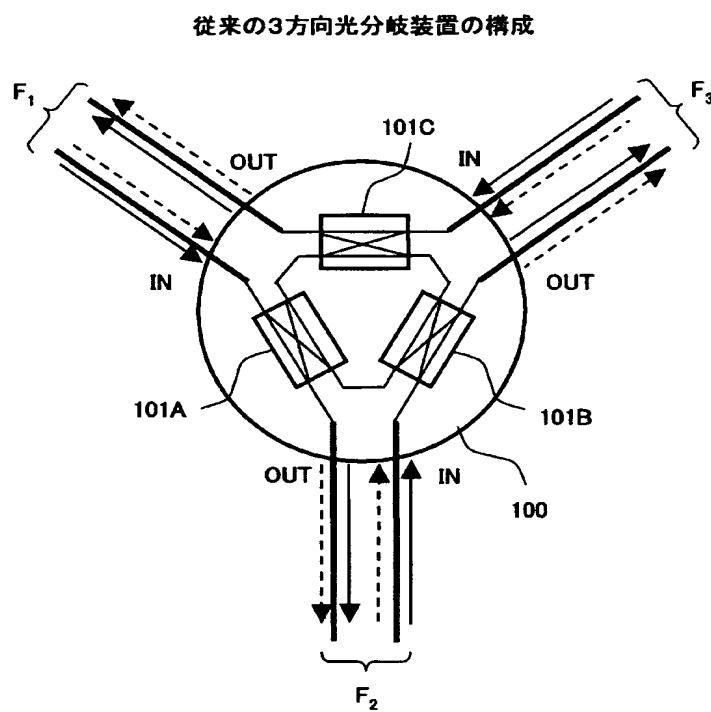
本発明の第4実施形態による
3方向光分歧装置の構成



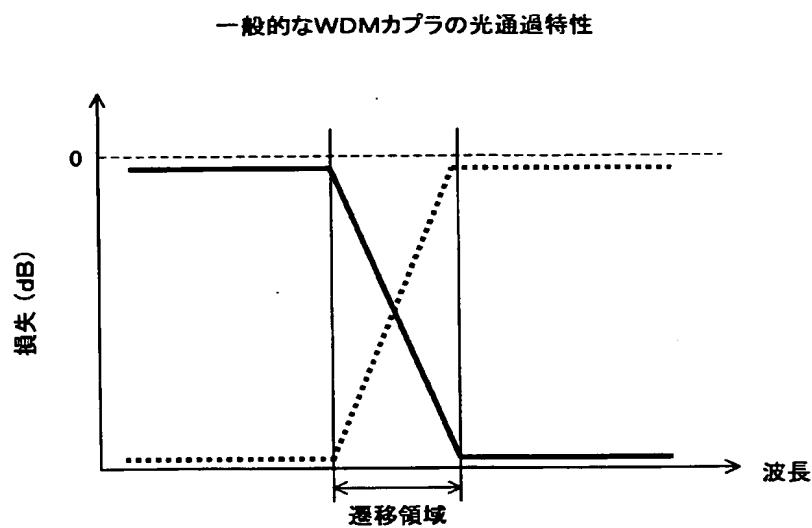
【図17】



【図18】



【図19】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】3方向以上について均一なパワーのWDM信号光を出力できる簡易な構成で低コストかつ低損失な多方向光分岐装置を実現する。

【解決手段】本発明の多方向光分岐装置は、N個（ $N \geq 3$ ）の光伝送路 F_1 ～ F_N に対して、 $2 \times N$ 個の光多重／分離デバイス 1_{1A} , $1_{1B} \sim 1_{NA}$, 1_{NB} と、各々のブランチポート間を1対1に接続するブランチポート接続部2とを備え、各光伝送路 $F_1 \sim F_N$ の入力側光路 I_N から入力されるWDM信号光を波長グループ $G_1 \sim G_{N-1}$ にそれぞれ分離した後に、他の方向からの異なる波長グループの光信号と多重して所定の光伝送路の出力側光路 $O_U T$ に出力する。

【選択図】図1

特願2003-090805

出願人履歴情報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名 富士通株式会社